

ラジアータパインの表面圧密 (第4報)

多段ロールによる手法

古山安之, 江越 航, 松浦 力, 山本 健*¹

Surface Compression of Radiata pine IV

The method of using multi-stage rollers

FURUYAMA Yasuyuki, EGOSHI Wataru, MATSUURA Tsutomu and YAMAMOTO Ken

The purpose of this paper was, with several steps, to compress the surface of timber using heated rollers. The reason for using heated rollers was to establish a continuous and automatic process. The test machine had four heated rollers, which compressed one surface of each specimen. The amount of compression, line speed and temperatures of the heated rollers were varied, and the thickness of each specimen was measured. As a result, the thicknesses became smaller as the amount of compression increased. On the other hand the differences between the size of compression and the net size increased. The thicknesses were also smaller with decreasing line speed. This was because the required time was so long, that the surfaces of timber were amply compressed. And the temperature of heated rollers increased, the thickness became smaller. This was because the temperature of the compressed surface increased with the amount of heat from the heated rollers.

本報の目的は数段の熱ロールを用いて木材の表面を圧密することである。熱ロールを用いる理由は加工の工程を連続的にかつ自動で行うためである。試験機は4つの熱ロールを持ち、木材の一表面を圧密加工する。実験として圧縮量と送り速度、熱ロールの温度を変化させ、各板材の厚さを測定した。結果としては、圧縮量が大きくなるほど、厚さが小さくなる。反面、圧縮量と実際に圧縮された量の差は大きくなる。また、送り速度が小さくなると厚さは小さくなる。この理由は所要時間が非常に長く、木材の表面が十分に圧密加工されるからである。そして、熱ロールの温度が上がると加工後の厚さは小さくなる。この理由は熱ロールからの熱量に伴ない、圧密加工される表面の温度が増加するからである。

キーワード：圧密、表面層、圧縮変形量、熱ロール

1. 緒 言

圧密加工により木材は高密度化する。このため、圧密加工は植林木に多くみられる比重の低い軟質な材料に適している。比重の低い、比較的安価な材料が密な高級木に近い性質になることから、有用であるとされ、多くの研究がなされている。しかし、実用化された事例が少ない。この理由は加工に要する時間が長く、それがコスト高に結びつくためである。このことから前報までの報告において、加工時間を短縮する試みを行ってきた。特に、木材内部に水や熱を伝えることは時間を要するため、加工時間が必然的に長くなる。このことから、圧密加工する部分を表層のみに限定する手法を検討した^{1) 2)}。

この手法は加工時間を短くするのみでなく、以下のよう
な利点を持つ。一つ目は圧縮量が小さいため材料の変

形が少ないことである。節の位置などで反ることも少なく、歩留まりがよい。二つ目は圧縮量が小さいため、材積の減少が少ないことである。全体を50%に圧縮する場合と比較すると、この場合は材料の体積が半分となる。すなわち、2倍の材料を用いて作製するため、結果として材料の価格は約2倍となる。表層圧密の場合、圧縮部分は表層の数mmにとどまるため、このような材積の減少が少ない。

前報までの報告^{1) 2)}では熱圧プレスを用いて表面圧密加工を行ってきた。これら検討において、木材の一表面を選択的に圧密加工することが可能であった。加工時間も著しく短縮され、良好な結果であると考えられる。しかし、実用レベルの生産を考えた場合は加工をより短時間化する必要がある。また、全体の加工をライン上で行い、生産体制もできれば全自動とし、無人化とすることが好ましい。この理由から本報では熱ロールを用いて表面の圧密加工を試みた。

2003.5.30 受理 生活技術部

*1 応用加工技術部

熱ロールを用いた研究はすでに他の機関でも行われている。徳田ら³⁾は熱ロールを用いてスギ材をプレスし、床材として利用する試みを行っている。この報告では三連の熱ロールを用いており、加工後の硬度が向上したと報告している。熱ロールの場合、ロールの間を通過している時のみ圧縮を受けるため、熱盤プレスに比して被加工材の各部が圧縮を受ける時間は短い。このため、ロールの数を増加させることは加工性能の向上に大きく寄与すると考えられる。また、ロールの温度も加工に大きな影響を与えると考えられる。なぜならロールの温度が高いほど被加工材に伝わる熱量も大きくなり、結果として加工温度がより高くなるからである。

その他の因子としては、ロールの送り速度が影響を与えると予想される。送り速度が小さいほど被加工材の各部位が圧縮を受ける時間が長くなり、結果として十分な加工がなされる。反して送り速度が大きいと加工時間が短くなり、生産性は向上するが、十分な加工がなされないことが考えられる。

もう一つの因子としては圧縮量による差異を検討する必要がある。圧縮量が多いほど被加工部の密度は向上すると予測される。しかし、圧縮量が大きくなるとロールから離れた後のスプリングバックも大きくなると予想されるため、実際の計測が必要と考えられる。

以上の点から本報では多段の熱ロールを持つ試験機によりロール温度、送り速度、圧縮量をいくつかの条件で検討することとした。

2. 実験方法

試験機として4個のロールを持つ装置を購入した。試験機の概要を図1に示す。試験材は移動式の案内定盤の上に置かれ、上側の表面のみが熱ロールにより圧縮を受ける方式である。木材が挿入され、圧縮を受ける最初のロールは直径300mmであり、後続となる他の3個は直径150mmである。案内定盤とロールとの距離を設定することにより、圧縮量が定められる。ロール内部の最高温度は230℃であるが、表面の温度はそれより約10℃低くなる。

試験材は前報まで¹⁾²⁾と同様にラジアータパイン(*Pinus radiata* D. DON.)を用い、厚さ25mm、幅91mm、長さ約650mmに製材した。圧縮を受ける上側の面に約10mg/cm²の水を塗布した後、試験機に挿入した。圧密加工の条件として、圧縮量を3mm、4mm、5mmの三条件、送り速度を毎分100mm、200mm、400mmの三条件、ロールの表面温度を180℃、200℃、220℃の三条件として検討を行った。

加工された試験材は長さ方向について25mmおきに間隔を定めて厚さを測定した。また、中央部より木口板を取り出し、厚さ方向の全乾比重を水銀法により測定した。

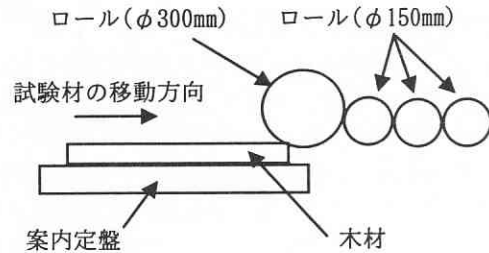


図1 試験機と加工実験の概要

3. 結果と考察

3.1 圧縮量に伴う厚さ分布の変化

図2にロール表面温度が220℃、送り速度が毎分400mmにおいて、圧縮量に伴う厚さの分布を示す。図2のように送り速度やロールの表面温度が同一条件の場合、圧縮量が多いほど大きい圧縮を受けるため、加工後の厚さは小さくなる。しかし、全条件において実際に圧縮された量は設定した圧縮量より小さい。設定した圧縮量が多いほど実際に圧縮された量との差は大きい。圧縮量が5mmの場合、25mmの試験材は20mmの間隔を通過することとなる。しかし、加工後の寸法はそれより1.5mm以上大きい寸法となっている。それに対して圧縮量が3mmの場合、25mmの試験材は22mmの間隔を通過することとなる。実際にはそれより0.5-1.0mm程度大きい。圧縮量が多いほどロールの下を通過した後のスプリングバックが大きいといえる。

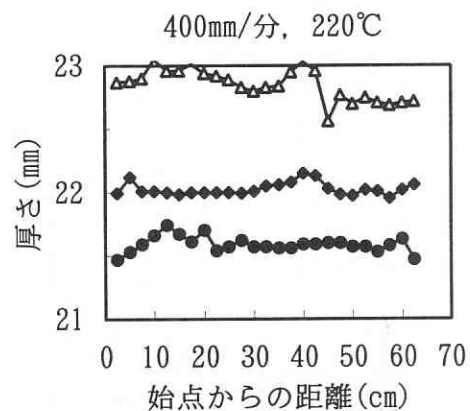


図2 圧縮量による厚さ分布の比較

- ： 圧縮量5mm
- ◆： 圧縮量4mm
- △： 圧縮量3mm

3.2 送り速度に伴う厚さ分布の変化

図3は圧縮量が5mm, ロール表面温度が220℃において、送り速度に伴う厚さの分布を比較した場合である。送り速度が小さいほど加工後の厚さは小さい。このことから、送り速度が小さいほど圧縮を受けている時間が長く、十分に加工されているとみなされる。図4は圧縮量が3mm, ロール表面温度が220℃において、送り速度に伴う厚さの分布を比較した場合である。送り速度が小さいほど加工後の厚さが小さいことは図3と同様の傾向である。しかし、送り速度が毎分100mmと毎分200mmの場合の差が小さい。このことから、圧縮量が3mmの場合は送り速度が毎分200mm程度でもほぼ十分に加工されていると考えられる。すなわち圧縮量が小さい場合、比較的短い時間で十分な加工が可能である。

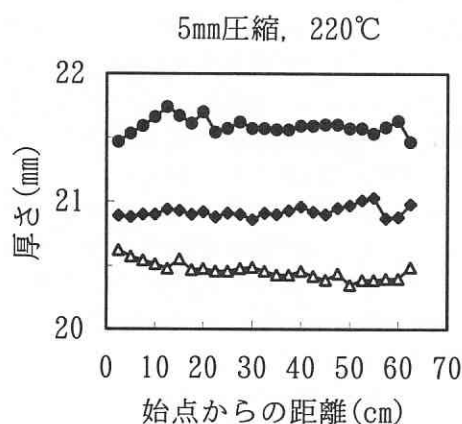


図3 送り速度による厚さ分布の比較

- ： 送り速度 400mm/分
- ◆： 送り速度 200mm/分
- △： 送り速度 100mm/分

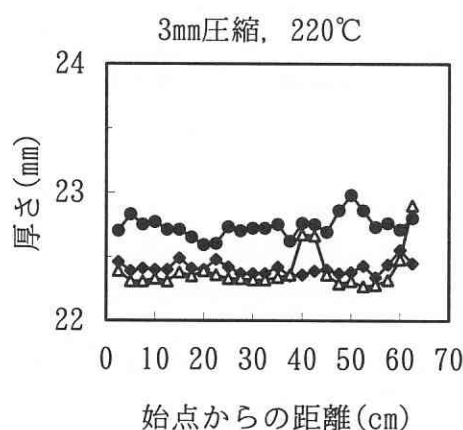


図4 送り速度による厚さ分布の比較

- ： 送り速度 400mm/分
- ◆： 送り速度 200mm/分
- △： 送り速度 100mm/分

図4において、送り速度が毎分100mmの条件の場合の厚さ分布において2箇所が大きくなっている。この箇所は節があった部分である。表面圧密の場合、全体を圧密することに比して材料にかかる負荷が小さく、圧密する表面に節があってもその直下の正常材が圧縮を受けるため、比較的加工不良が少ない。しかし、正常部と同様の加工状態にはならず、厚さもやや大きくなる。図4の場合は標準的な節においてみられる程度の差であり、正常部との差は約0.3mmである。

3.3 圧縮量に伴う比重分布の変化

図5は圧縮量が5mmの場合の厚さ方向における全乾比重分布の一例である。比較として前報¹⁾においてプレスにより作製した結果について示している。前報¹⁾では29mmの厚さの試験片を5mm圧縮し、24mmとしているため、横軸方向の測定値にずれがある。比重の分布についての比較を行うと、表面層より3層程度までが圧縮の影響を受けている点は前報¹⁾と同様の傾向である。しかし、本報の結果では表面層の全乾比重がより高い傾向にあり、全乾比重が1.0を越えることが多い。この結果は5mm圧縮した場合の中ではロール温度が高く、送り速度も小さい条件である。他の条件では比較的十分に加工されないため、表面層の全乾比重はやや低い傾向にある。図6は圧縮量が3mmの場合の全乾比重分布である。この場合、表面層の比重は前報¹⁾と比較して高く、0.9を越えることが多い。圧縮量が3mmの場合は表面層より2層程度までが圧縮の影響を受けている。この理由は図5に比して圧縮量が小さいため、表面層から比較的限られた部分のみが影響を受けると考えられる。反面、表面層の比重の増加はいくぶん劣る。

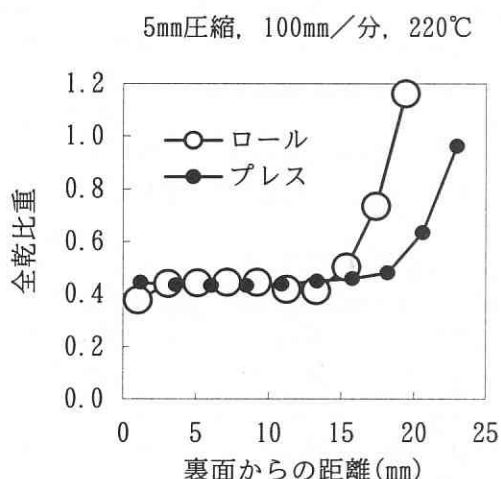


図5 厚さ方向における全乾比重分布

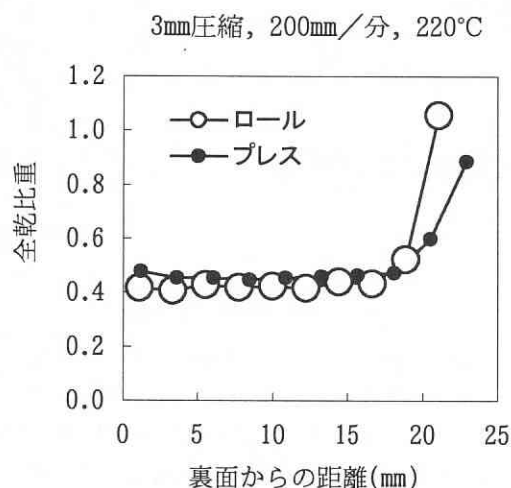


図6 厚さ方向における全乾比重分布

3.4 ロール温度に伴う厚さ分布の変化

図7はロールの表面温度について、送り速度200mmで5mm圧縮した場合を比較した結果である。本実験における温度範囲の場合、温度が高いほど求める厚さにより近い寸法に加工される傾向にある。しかし、ロール温度が低い場合でも求める厚さにより近い場合もあり、結果が異なることもみられる。すなわち、試験片による個体差が大きいため、1ないし2試験片程度で比較することは困難である。測定数を多くした場合は傾向としてはロール温度が高い方が比較的十分な加工がなされており、厚さの分布も小さくなる方向にある。

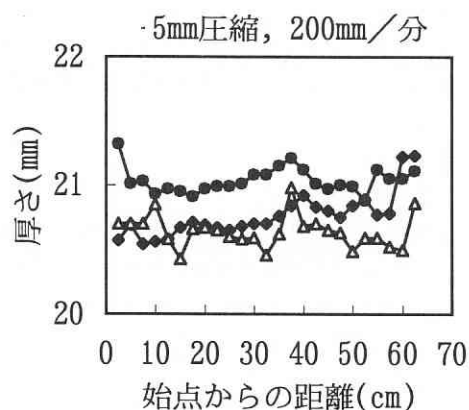


図7 ロール温度による厚さ分布の比較

- : ロール温度 180°C
- ◆ : ロール温度 200°C
- △ : ロール温度 220°C

3.5 最適な加工条件の検討

以上のことから、より十分な加工を行うためには大きな圧縮量を避ける、送り速度を小さくする、ロール温度を上げる、の三点が有効と考えられる。1つめから順に検討を行うと、圧縮量はある程度必要となるため極端に小さくすることはできない。2つめの送り速度は小さくすると生産性が低下することとなる。このため、3つめのロール温度を上げることが有効な手段であると考えられる。このことから、今後はより高いロール温度を用いて検討を行うことが必要となろう。

4. 結 言

木材の圧密加工を多段式のロールを用いて行う手法を検討した。その結果は以下のとおりであった。

- 1) 圧縮量が大きいと加工後の厚さも小さくなり、表面の比重は大きくなる。しかし、設定した圧縮量と実際に圧縮された差が大きい。
- 2) 送り速度が小さいほど加工後の厚さが小さい。しかし、圧縮量が小さい場合はある程度の送り速度より小さくても差が見られなくなる。
- 3) ロールの温度が高いほど加工後の厚さは小さい傾向にある。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、産業技術総合研究所中部センターの金山公三グループ長をはじめ、多くの方から御助言をいただきました。ここに感謝の意を表します。

文 献

- 1) 古山 安之ほか3名:広島県立東部工業技術センター研究報告, 15, 69-72(2002).
- 2) 古山 安之ほか5名:広島県立東部工業技術センター研究報告, 13, 86-89(2000).
- 3) 徳田迪夫ほか2名:木材工業, 58(3), 112-118(2003).